

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KETERLAMBATAN MENGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS (STUDI KASUS PEMBANGUNAN OFFICE HEADQUARTER SURABAYA)

ANIS SURYANINGRUM^[1], HERU RUDIANTO^[2], AGUS MAHMUDI^[3], EKO PRASETYO^[4]
^{[1],[2],[3],[4]} Teknik Sipil Universitas Bhayangkara Surabaya

Jl. Ahmad Yani No.114, Ketintang, Kec. Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur 60231

e-mail: ^[1]anis.suryaningrum@gmail.com, ^[2]herurudianto96@gmail.com, ^[3]agus mahmudi@ubhara.ac.id,
^[4]eko@ubhara.ac.id

ABSTRACT

In the implementation of construction projects generally have a specific implementation plan and implementation schedule. The problem that often arises in construction projects is time delays. In the construction project of the Surabaya Office Headquarters owned by PT. The wharf, which is located on Jalan Rajawali no.42, Surabaya, experienced delays in its construction. The analytical method used to determine the mechanism of the factors causing the delay is the Fault Tree Analysis method while the method used to determine the acceleration of project completion is the Critical Path Method (CPM) method with the help of Microsoft Project as the data analysis. The analysis results from the Fault Tree Analysis on the 3 Top events, it was found that delays occurred, namely, changes in drawings, late materials, incompetent personnel, lack of coordination with contractors and consultants, while for the results of accelerating project completion using the Critical Path method. Method (CPM) with the help of Microsoft Project is the addition of time for 74 days and the application of 4 hours of overtime work on jobs that are on the critical path.

Keywords : Project Delay, Fault Tree Analysis, Factors, Cause of Delay, Acceleration, Critical Path Method

ABSTRAK

Proyek konstruksi pada umumnya mempunyai rencana pelaksanaan dan jadwal pelaksanaan tertentu. Faktor keterlambatan menjadi hal yang sering terjadi dalam penyelesaian suatu proyek konstruksi. Dalam proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya milik PT. Dermaga yang terletak di jalan Rajawali no.42 Surabaya, mengalami keterlambatan dalam pengerjaannya. Metode analisa yang digunakan untuk mengetahui mekanisme faktor-faktor penyebab keterlambatan adalah metode Fault Tree Analysis, sedangkan metode yang digunakan untuk menentukan percepatan penyelesaian proyek adalah metode Critical Path Method (CPM) dengan bantuan Microsoft Project sebagai analisa datanya. Hasil analisa dari Fault Tree Analysis pada 3 Top event didapatkan bahwa keterlambatan terjadi yaitu, adanya perubahan gambar, material yang terlambat, tenaga yang kurang kompeten, kurangnya koordinasi dengan pihak kontraktor dan pihak konsultan, sedang untuk hasil percepatan penyelesaian proyek dengan menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dengan bantuan Microsoft Project adalah adanya penambahan waktu selama 74 hari dan pemberlakuan jam kerja lembur 4 jam pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis.

Kata kunci : Keterlambatan Proyek, Fault Tree Analysis, Faktor-faktor penyebab keterlambatan, Percepatan, Critical Path Method

1. PENDAHULUAN

Dalam pekerjaan proyek konstruksi permasalahan yang sering muncul adalah keterlambatan waktu, pembengkakan biaya, dan rendahnya kualitas. Ketiga hal tersebut merupakan satu kesatuan yang saling berkaitan. Keterlambatan waktu yang terjadi, berdampak pada rendahnya kualitas dan tambahan biaya yang harus dikeluarkan diluar kontrak. Hal ini dapat menyebabkan kerugian bagi pihak-pihak yang terkait. Diperlukan perhatian lebih terhadap keterlambatan waktu, karena keterlambatan dalam konstruksi merupakan masalah fenomena global. Di Indonesia, keterlambatan ini menjadi masalah klasik yang sering terjadi di setiap proyek konstruksi.

Keterlambatan dapat didefinisikan sebagai kondisi dimana memperpanjang waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan berdasarkan kontrak. Keterlambatan berpotensi besar terhadap penambahan biaya, selain itu keterlambatan juga berpengaruh pada adanya time overrun, perselisihan, dan pemutusan hubungan kerja. Keterlambatan pelaksanaan pada satu aktivitas dalam proyek dapat menyebabkan keterlambatan pada aktivitas lainnya. Hal ini berdampak pada keterlambatan penyelesaian suatu proyek secara keseluruhan.

Setiap perencanaan proyek konstruksi selalu mengacu pada schedule pekerjaan yang ada, pada saat perencana pembangunan jadwal tersebut telah dibuat dan disepakati, oleh karena itu masalah yang sering timbul apabila ada ketidaksesuaian antara rencana yang telah dibuat dengan pelaksanaannya dapat menimbulkan suatu masalah, sehingga dampak yang sering terjadi ada keterlambatan waktu pelaksanaan proyek yang disertai dengan meningkatnya jumlah biaya pelaksanaan proyek dari yang direncanakan. Keuntungan suatu perusahaan juga tidak lepas dari peranan management untuk mempertahankan perencanaan awal suatu proyek agar tetap sesuai dengan target waktu pelaksanaan yang sudah di rencanakan.

Dalam pelaksanaan proyek pembangunan Office headquarter milik PT.Dermaga Indonesia dengan luasan bangunan sekitar $\pm 3.076,53$ m² dengan jumlah 7 lantai yang berada di jalan Rajawali no.42 Surabaya, proyek ini mengalami keterlambatan dari kondisi awal perencanaan yang seharusnya ditargetkan selesai dengan jangka waktu 1 tahun dan semua pekerjaan selesai pada bulan Oktober 2019, namun sampai saat ini progress pekerjaan baru mencapai sekitar 70% dari semua item pekerjaan yang harus diselesaikan.

Keterlambatan yang terjadi dalam pembangunan proyek Office Headquarter di sebabkan oleh beberapa faktor-faktor keterlambatan. Dengan latar belakang tersebut, penulis ingin menganalisis faktor-faktor yang menyebabkan keterlambatan, agar bisa diketahui penyebabnya dan membuat schedule percepatan penyelesaiannya dalam pelaksanaan proyek pembangunan Office Headquarter, sehingga bisa menjadi evaluasi kedepan agar keterlambatan proyek bisa diminimalisir dan mengetahui dampak yang terjadi akibat keterlambatan proyek.

Untuk itu Metode analisis yang akan digunakan penulis untuk mengetahui mekanisme faktor-faktor penyebab keterlambatan adalah metode *Fault Tree Analysis* (FTA) sedangkan metode yang digunakan untuk menentukan percepatan penyelesaian proyek adalah metode *Critical Path Method* (CPM) atau jalur kritis dengan bantuan Microsoft Project sebagai analisa datanya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Proyek Konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek (Ervianto, 2005). Dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan. Proses yang terjadi dalam rangkaian kegiatan tersebut tentunya melibatkan pihak-pihak yang terkait, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Karakteristik proyek konstruksi dapat dipandang secara tiga dimensi (Ervianto, 2005). Tiga karakteristik proyek konstruksi tersebut adalah:

1. Proyek bersifat unik. Keunikan dari proyek konstruksi adalah tidak pernah terjadi rangkaian kegiatan yang sama persis (tidak ada proyek identik, yang ada adalah proyek sejenis), proyek bersifat sementara, dan selalu melibatkan grup pekerja yang berbeda-beda.
2. Membutuhkan sumber daya (*resource*). Setiap proyek konstruksi membutuhkan sumber daya dalam penyelesaiannya, yaitu pekerja dan “sesuatu” (uang, mesin, metoda, material). Pengorganisasian semua sumber daya tersebut dilakukan oleh manajer proyek. Dalam kenyataannya, mengorganisasikan pekerja lebih sulit dibandingkan sumber daya lainnya. Apalagi, pengetahuan yang dipelajari seorang manajer proyek bersifat teknis, seperti mekanika rekayasa, fisika bangunan, computer science, construction management. Jadi, seorang manajer proyek secara tidak langsung membutuhkan pengetahuan tentang teori kepemimpinan yang harus ia pelajari sendiri.

2.1 Pengkontruksian FTA

Pengkonstruksian *Fault Tree* selalu bermula dari *top event*. Oleh karena itu, berbagai *Fault Tree event* yang secara langsung, penting, dan berbagai penyebab terjadinya *Top event* harus secara teliti diidentifikasi. Berbagai penyebab ini dikoneksikan ke *Top event* oleh sebuah gerbang logika. Penting kiranya bahwa penyebab level pertama dibawah *Top event* harus disusun secara terstruktur. Level pertama ini sering disebut dengan TOP structure dari sebuah *Fault tree*. TOP structure ini sering diambil dari kegagalan modul-modul utama sistem, atau fungsi utama dari sistem. Analisa dilanjutkan level demi level sampai semua *fault event* telah dikembangkan sampai pada resolusi yang ditentukan. Analisa ini merupakan analisa dedutif dan dilakukan dengan mengulang pertanyaan “Apa alasan terjadinya *event* ini.?”

2.2 Proses Kajian FTA

Menurut Ramli (2010)“Sistem Manajemen Keselamatan & Kesehatan Kerja, Dian Rakyat Jakarta”, menyatakan bahwa proses melakukan kajian *Fault Tree Analysis (FTA)* secara garis besar adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi, menginventarisasi data atau informasi yang diperlukan misalnya referensi, percobaan, standar praktis, dan lainnya.
2. Melakukan analisis awal terhadap sistem yang akan dianalisis, pelajari proses pelalatan atau cara kerja sistem mulai dari bahan masuk, proses, dan aliran keluarannya.
3. Menyusun *Fault Tree Analysis (FTA)* yang di mulai dengan kejadian puncak, terus ke bawah pada kejadian berikutnya sampai diperoleh struktur pohon *Fault Tree Analysis (FTA)* yang logis, dengan menggunakan simbol - simbol tertentu yang terdapat pada Tabel 1. sebagai berikut :

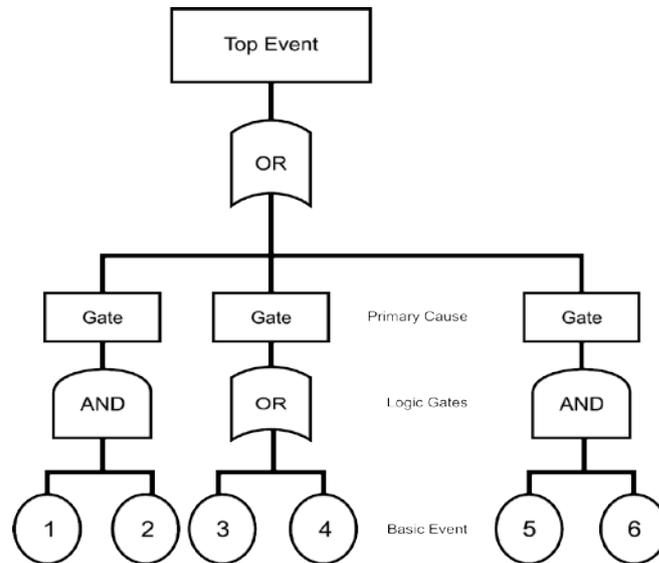
Tabel 1. Istilah dalam metode *Fault Tree Analysis*

Istilah	Keterangan
<i>Event</i>	Penyimpangan yang tidak diharapkan dari suatu keadaan normal pada suatu komponen dari sistem
<i>Top Event</i>	Kejadian yang dikehendaki pada “puncak” yang akan diteliti lebih lanjut ke arah kejadian dasar lainnya dengan menggunakan gerbang logika untuk menentukan penyebab kegagalan
<i>Logic Event</i>	Hubungan secara logika antara input dinyatakan dalam AND dan OR
<i>Transferred Event</i>	Segitiga yang digunakan simbol transfer. Simbol ini menunjukkan bahwa uraian lanjutan kejadian berada di halaman lain.
<i>Undeveloped Event</i>	Kejadian dasar (<i>Basic Event</i>) yang tidak akan dikembangkan lebih lanjut karena tidak tersedianya informasi.
<i>Basic Event</i>	Kejadian yang tidak diharapkan yang dianggap sebagai penyebab dasar sehingga tidak perlu dilakukan analisa lebih lanjut.

4. Menyederhanakan *Fault Tree Analysis (FTA)*, dengan menghilangnya atau mengurangi kejadian-kejadian yang tidak mendukung atau kurang logis.
5. Menperkirakan probabilitas dari semua kejadian, mulai dari dasar atau bawah pohon sampai ke kejadian puncak.
6. Menentukan komponen yang perlu mendapat perhatian atau memiliki aspek signifikan terhadap keselamatan sistem seluruhnya

Fault Tree analysis menggunakan logika untuk menunjukkan hubungan antara dampak kegagalan dan modus kegagalan. Dua macam logika sering digunakan adalah AND dan OR. AND merepresentasikan kondisi dimana seluruh kejadian pada masukan (input) harus terjadi untuk mengasilkan keluaran (output) beberapa kejadian pada tingkat yang lebih tinggi. Sedangkan OR merepresentasikan kondisi dimana satu atau lebih kejadian pada masukan harus terjadi untuk menghasilkan keluaran (output) berupa kejadian pada tingkat yang lebih tinggi.

Di bawah ini merupakan contoh kasus dari penggunaan metode Fault Tree Analysis (FTA) terdapat Gambar 1. sebagai berikut:



Gambar 1. Fault Tree Analysis (FTA).
Sumber : Servanio.Jurnal Untag Vol 1 2019

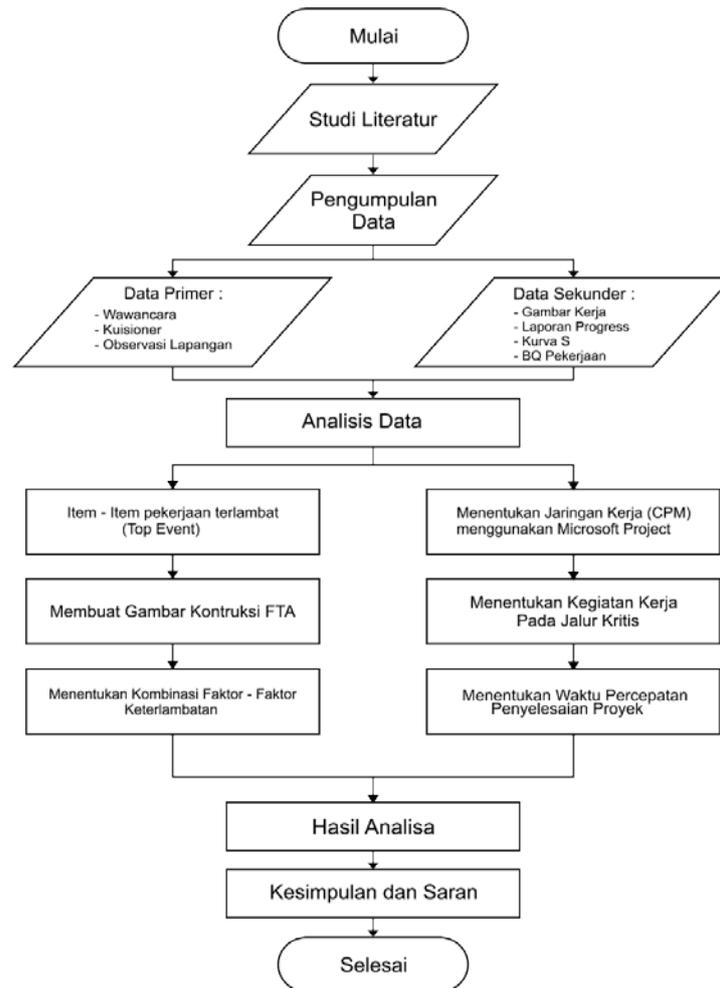
2.3 Pengidentifikasian Minimal Cut Set

Sebuah fault tree memberikan informasi yang berharga tentang berbagai kombinasi dari fault event yang mengarah pada critical failure system. Kombinasi dari berbagai fault event disebut dengan cut set. Pada terminologi fault tree, sebuah cut set didefinisikan sebagai basic event yang bila terjadi (secara simultan) akan mengakibatkan terjadinya TOP Event. Sebuah Cut Set dikatakan sebagai minimal cut set jika Cut Set tersebut tidak dapat direduksi tanpa menghilangkan statusnya sebagai cut set. Jumlah Basic Event yang berbeda di dalam sebuah minimal Cut Set disebut dengan orde Cut Set. Untuk fault tree yang sederhana adalah mungkin untuk mendapatkan minimal Cut Set dengan tanpa menggunakan prosedur formal/algorithm. Metode fault tree analysis adalah sebuah metode menyelesaikan kasus apabila terjadi sesuatu kegagalan atau hal yang tidak diinginkan dengan mencari akar-akar permasalahan Basic Event yang muncul dan diuraikan dari setiap indikasi kejadian puncak (Top Event). Sedangkan untuk mengetahui kombinasi faktor-faktor penyebab keterlambatan dengan menggunakan Method For Obtaining Cut Set (Mocus).

Untuk Fault Tree yang lebih besar, maka diperlukan sebuah algoritma untuk mendapatkan minimal cut set pada Fault Tree. Mocus (Method For Obtaining Cut Sets) merupakan sebuah algoritma yang dapat dipakai untuk mendapatkan minimal cut set dalam sebuah fault tree. (Dwi Priyanta, 2000 dalam Farli Maghribi, 2011).

Method for Obtaining Cut Sets (MOCUS) adalah suatu metode untuk mendapatkan Cut Set dan minimum Cut Sets. Mengubah logika pohon kegagalan (FTA) menjadi persamaan Algoritma Method For Obtaining cut sets (MOCUS).

3. METODE PENELITIAN



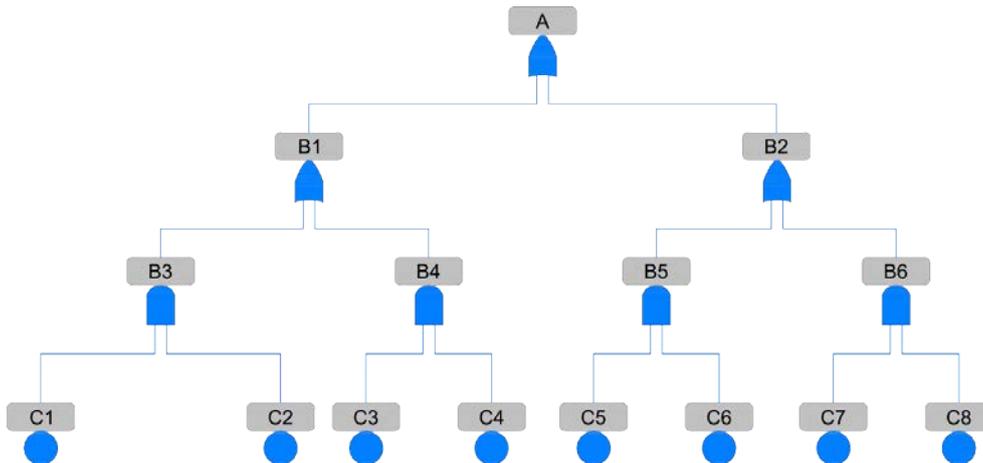
Gambar 2. Diagram alir penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas tentang hasil dari penelitian yaitu untuk mengetahui dan mendapatkan item pekerjaan yang terlambat, mencari faktor-faktor dasar penyebab keterlambatan serta menentukan waktu percepatan penyelesaian proyek setelah adanya keterlambatan dalam pelaksanaan proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya.

Berdasarkan hasil dari analisa data yang dilakukan oleh peneliti, *site engineer* dan *site manager*, perencanaan yang dialami oleh proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya dimana dalam proses pembangunan ada tiga (3) item pekerjaan yang mengalami keterlambatan, pekerjaan struktur car lift, pekerjaan arsitektur dan pagar keliling gedung bangunan. Berikut ini adalah tabel tambahan hari atau minggu pada tiga (3) item pekerjaan yang mengalami keterlambatan.

a. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Car Lift

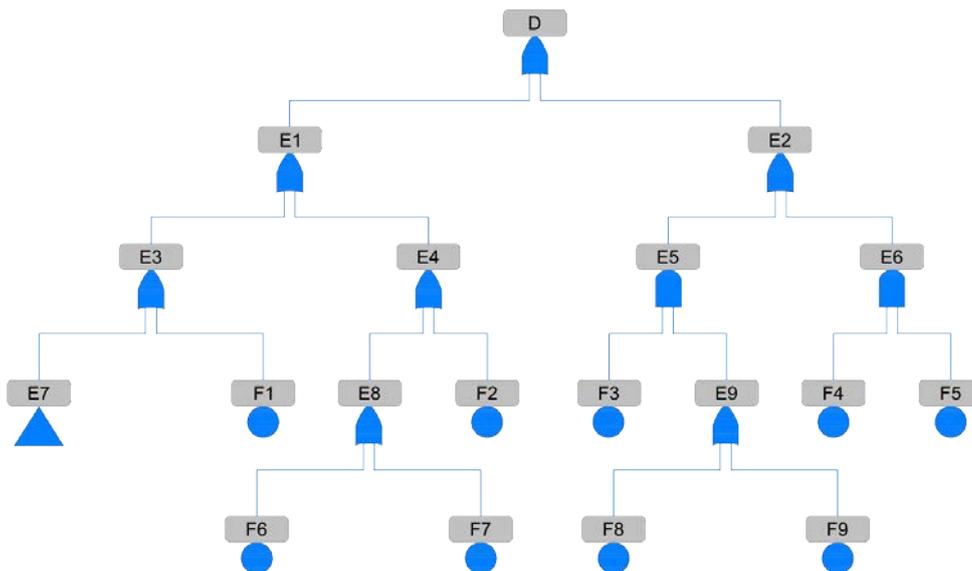


Gambar 3. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Car Lift

Tabel 2. Keterangan event pada model grafis FTA Pekerjaan Car Lift

EVENT	TYPE	KETERANGAN	EVENT	TYPE	KETERANGAN
A	Or	Pekerjaan Car lift	B2	Or	Faktor Konsultan
B1	Or	Faktor kontraktor	B5	And	Tenaga Ahli
B3	And	Tenaga Ahli	C5	Basic	Kurangnya koordinasi dengan kontraktor
C1	Basic	Kurangnya komunikasi dengan	C6	Basic	tidak ada pengawasan dilapngan
C2	Basic	Kurangnya komunikasi dengan	B6	And	Perencanaan Desain
B4	And	Pekerja	C7	Basic	Perubahan Gambar
C3	Basic	Pekerja yang kurang mumpuni	C8	Basic	Perubahan Spesifikasi
C4	Basic	Kurangnya pengawasan pekerja			

b. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Arsitektur

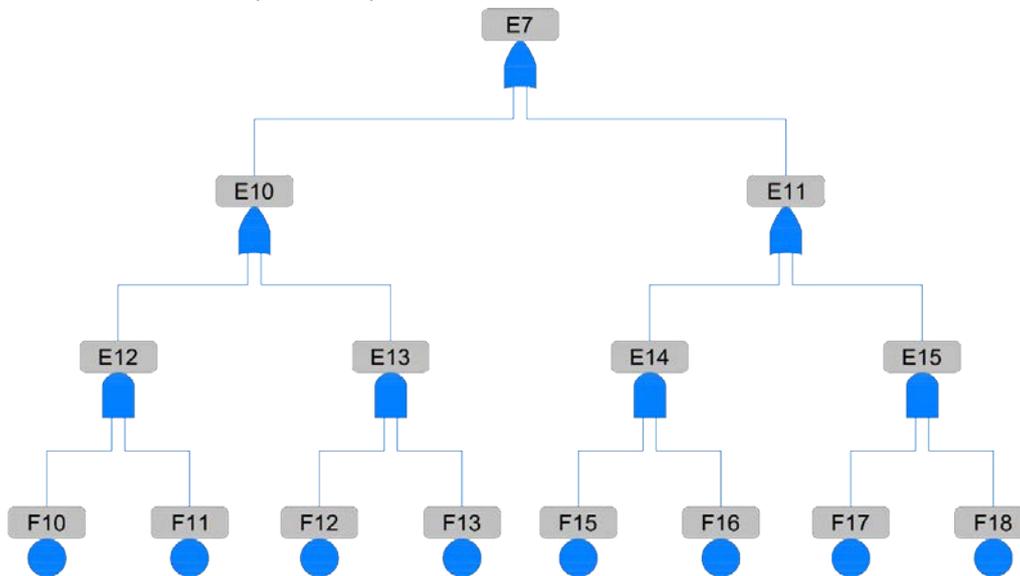


Gambar 4. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Arsitektur

Tabel 3. Keterangan event pada model grafis FTA Pekerjaan Arsitektur

EVENT	TYPE	KETERANGAN	EVENT	TYPE	KETERANGAN
D	Or	Pekerjaan Arsitektur	F12	Basic	Tidak Approvenya material
E1	Or	Faktor kontraktor	F13	Basic	Spesifikasi material tidak jelas
E3	Or	Sumber Daya Manusia	E11	Or	Project
E7	Or	Tim Engeering	E14	And	Supervisor
E10	Or	Planing	F15	Basic	Perubahan Metode Kerja
E12	And	Gambar Shop drawing	F16	Basic	Ceklist Terlambat
F10	Basic	Gambar Kurang detail	E15	And	Purchasing
F11	Basic	Distribusi gambar yang terlambat	F17	Basic	Material tidak ready stock
E13	And	Approvel Material	F18	Basic	Terlambat Pengiriman material

c. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Arsitektur

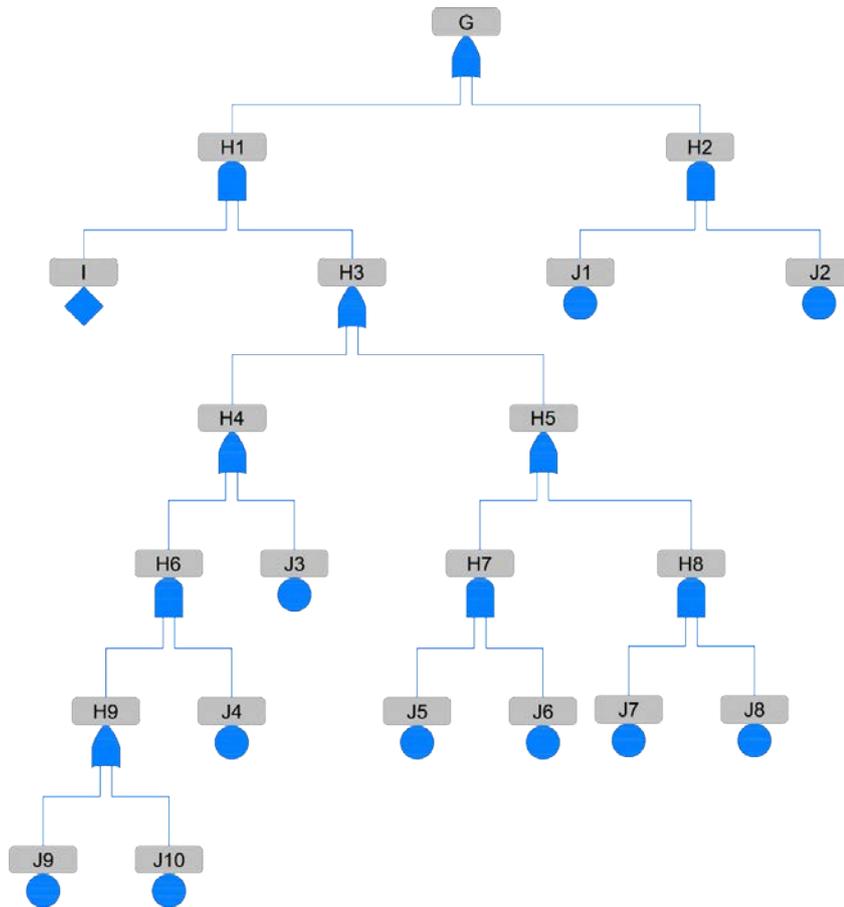


Gambar 5. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Arsitektur

Tabel 4. Keterangan event pada model grafis FTA Pekerjaan Arsitektur

EVENT	TYPE	KETERANGAN	EVENT	TYPE	KETERANGAN
F1	Basic	Kurangnya Tenaga Ahli	F3	Basic	Kurangnya pengawasan
E4	Or	Finansial	E9	Or	Kurangnya koordinasi
E8	Or	Termin Pembayaran	F8	Basic	Koordinasi dengan kontraktor
F6	Basic	Terkendela keuangan proyek	F9	Basic	Koordinasi dengan owner
F7	Basic	Pembayaran material terlambat	E6	And	Owner
F2	Basic	Pembayaran dari owner terlambat	F4	Or	Keputusan onwer terlambat
E2	Or	Faktor Lain	F5	Or	Perubahan schdule pekerjaan
E5	And	Konsultan Perencana			

d. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Eksternal



Gambar 6. Kontruksi Fault Tree Analysis Pekerjaan Eksternal

Tabel 5. Keterangan event pada model grafis FTA Pekerjaan Eksternal

EVENT	TYPE	KETERANGAN	EVENT	TYPE	KETERANGAN
G	Or	Pekerjaan Eksternal	H5	Or	Tenaga Kerja
H1	And	Faktor Kontraktor	H7	And	Faktor Internal
I	Undeveloped	Perijinan	J5	Basic	Tukang tidak kompeten
H3	Or	Sumber Daya Manusia	J6	Basic	Tukang Malas
H4	Or	Tenga Ahli	H8	And	Faktor Eksternal
H6	And	Tim Engeenering	J7	Basic	Kekurangan Pekerja
H9	Or	Gambar Shop drawing	J8	Basic	Kecelakaan dalam bekerja
J9	Basic	Terlambat proses shop drawing	H2	And	Faktor Owner
J10	Basic	Distribusi gambar	J1	Basic	Perubahan Desain
J4	Basic	Perubahan desain dari owner	J2	Basic	Perubahan Spesifikasi Material
J3	Basic	Kurangnya tenaga ahli			

4.1 Kombinasi Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan / Basic Event

Setelah selesai penggambaran diagram Fault Tree Analysis, maka selanjutnya adalah penentuan *Cut Set*. *Cut Set* adalah kombinasi pembentukan pohon kegagalan yang mana bila semua terjadi akan menyebabkan peristiwa puncak terjadi. *Minimal Cut Set* ini adalah kombinasi peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang paling kecil yang membawa peristiwa yang tidak diinginkan. Sedangkan *Method For Obtaining Cuts Sets* (MOCUS) adalah satu metode untuk mendapatkan *Cut Set* dan *Minimum Cut Set*. Kombinasi Basic event didapatkan dari gambar *Fault Tree Analysis* yang akan dianalisa dengan hubungan *AND gate* atau *OR gate*. Notasi operator dalam logika MOCUS untuk gerbang OR atau penjumlahan MOCUS mempunyai symbol (+). Sedangkan untuk gerbang AND mempunyai symbol (.) atau perkalian MOCUS. Analisa *Method For Obtaining Cut Sets* (MOCUS) mempunyai hukum-hukum persamaan. Salah satu contohnya adalah hukum distributive dimana $A.(b+c)=(a.b)+(a.c)$

Berikut adalah hasil Analisa menggunakan metode *Method For Obtaining Cut Sets* (MOCUS)

Tabel 6. Minimal Cut Set Pekerjaan Car Lift

NO	KOMBINASI EVENT
1	C1.C2
2	C3.C4
3	C5.C6
4	C7.C8

Hasil fault tree analysis penyebab keterlambatan pekerjaan Car lift menghasilkan 8 *basic event* (kejadian dasar) sedangkan dengan analisa *Method For Obtaining Cut Sets* (MOCUS) didapatkan 4 *basic event* yang menjadikan faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada pekerjaan Car Lift.

Tabel 7. Minimal Cut Set Pekerjaan Arsitektur

NO	KOMBINASI EVENT
1	F1
2	F2
3	F3
4	F4.F5
5	F6.F7
6	F8.F9
7	F10.F11
8	F12.F13
9	F15.F16
10	F17.F18

Hasil fault tree analysis penyebab keterlambatan pekerjaan arsitektur menghasilkan 18 *basic event* (kejadian dasar) sedangkan dengan analisa *Method For Obtaining Cut Sets* (MOCUS) didapatkan 10 *basic event* yang menjadikan faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada pekerjaan arsitektur.

Tabel 8. Minimal Cut Set Pekerjaan Eksternal

NO	KOMBINASI EVENT
1	J1.J2
2	J3
3	J4
4	J5.J6

5	J7.J8
6	J9.J10

Hasil fault tree analysis penyebab keterlambatan pekerjaan eksternal menghasilkan 10 *basic event* (kejadian dasar) sedangkan dengan analisa *Method For Obtaining Cut Sets (MOCUS)* didapatkan 6 *basic event* yang menjadikan faktor-faktor penyebab terjadinya keterlambatan pada pekerjaan eksternal.

4.2 Menentukan Waktu Percepatan Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

Dari data yang sudah di analisis oleh penulis dengan menggunakan bantuan Microsoft Project menunjukkan ada beberapa pekerjaan yang berada pada jalur kritis oleh karena itu proses mereduksi waktu untuk percepatan penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis dan analitik melalui pengujian dari semua pekerjaan dalam proyek difokuskan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis.

1. Pekerjaan Curtain Wall CW-1 Lantai 1

Volume Pekerjaan	=	375 m ²	
Normal <i>Duration</i>	=	54 hari	
Normal <i>Cost</i>	=	Rp. 961.659.520	
Normal <i>Cost</i> /hari	=	Rp. 961.659.520 / 54 hari	= Rp. 17.808.509/hari
Normal <i>Cost</i> /jam	=	Rp. 17.808.509 / 8 jam	= Rp. 2.226.063 / jam
Crash <i>Duration</i>			
1 hari (Crash)	=	8 + 4	= 12 jam
Total jam aktivitas	=	54 hari x 8 jam	= 432 jam
Crash duration	=	Total Jam Aktivitas / 1 hari Crash	= 432 / 12 = 36 hari

2. Pekerjaan Curtain Wall CW-2 Lantai 2

Crash <i>Duration</i>			
1 hari (Crash)	=	8 + 4	= 12 jam
Total jam aktivitas	=	54 hari x 8 jam	= 432 jam
Crash duration	=	Total Jam Aktivitas / 1 hari Crash	= 432 / 12 = 36 hari

3. Pekerjaan Curtain Wall CW-3 Lantai 3

Crash <i>Duration</i>			
1 hari (Crash)	=	8 + 4	= 12 jam
Total jam aktivitas	=	54 hari x 8 jam	= 432 jam
Crash duration	=	Total Jam Aktivitas / 1 hari Crash	= 432 / 12 = 36 hari

4. Pekerjaan Curtain Wall CW-4 Lantai 4

Crash <i>Duration</i>			
1 hari (Crash)	=	8 + 4	= 12 jam
Total jam aktivitas	=	54 hari x 8 jam	= 432 jam
Crash duration	=	Total Jam Aktivitas / 1 hari Crash	= 432 / 12 = 36 hari

Dengan hasil diatas dapat diketahui untuk pekerjaan yang berada jalur kritis dapat dipercepat dengan adanya penambahan jam kerja sebesar 4 jam.

Menentukan waktu percepatan pelaksanaannya proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya dapat dilakukan mengikuti *Time Schedule* yang sudah dibuat dan di analisis untuk mendapatkan jadwal yang ekonomis didasarkan pada biaya tidak langsung. Dengan mempersingkat waktu dengan adanya

aktivitas jam lembur. Waktu kerja mulai pada pukul 08.00 – 12.00 dan di lanjutkan pada pukul 13.00 – 17.00. Berikut adalah hasil dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Jadwal percepatan penyelesaian pekerjaan mengikuti membutuhkan waktu penyelesaian selama 74 hari dengan *Time Schedule* yang sudah dibuat dan dianalisa
2. Perubahan biaya yang terjadi akibat percepatan waktu hanya terjadi pada upah sumber daya manusia.
3. Pemberlakuan waktu jam kerja lembur 4 jam berlaku untuk pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sehingga jam kerja normal 18 jam ditambah 4 jam menjadi 12 jam kerja.

5. SIMPULAN

1. Item pekerjaan yang mengalami keterlambatan pada proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya adalah 3 item pekerjaan yang mengalami keterlambatan sebagai berikut :

- a. Item pekerjaan Car lift
- b. Item pekerjaan Arsitek
- c. Item pekerjaan Eksternal

Dari hasil analisa *Fault Tree Analysis* (FTA) maka menemukan faktor–faktor yang mempengaruhi keterlambatan dari tiga (3) item-item pekerjaan tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Faktor yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan struktur car lift adalah sebagai berikut:
 1. Dari pihak owner, adanya perubahan desain dan spesifikasi material
 2. Dari pihak kontraktor, pekerja yang tidak kompeten
 3. Dari pihak konsultan, kurangnya koordinasi dengan pihak kontraktor
- b. Faktor yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan Arsitek adalah sebagai berikut :
 1. Dari pihak kontraktor, distribusi gambar yang terlambat, kurangnya detail gambar, perubahan metode di lapangan, ceklist pengawasan yang terlambat, tenaga pekerja yang kurang mumpuni, kekurangan tenaga kerja, terlambatnya pengiriman material & progress pembayaran ke supplier yang terlambat.
 2. Dari pihak konsultan, kurangnya pengawasan dari konsultan dan kurangnya koordinasi dengan 3 pihak.
 3. Dari pihak owner, adanya keterlambatan perizinan.
 4. Dari faktor lain, perubahan cuaca, kondisi tanah yang tidak stabil & pengaruh keamanan di area kerja.
- c. Faktor yang mempengaruhi keterlambatan pekerjaan Eksternal adalah sebagai berikut :
 1. Dari pihak owner, perubahan desain yang terlambat, perubahan fungsi ruangan, spesifikasi material & dokumen tender yang tidak lengkap.
 2. Dari pihak kontraktor, pekerja yang tidak kerja target, kurangnya tenaga ahli, tukang yang malas, kurangnya koordinasi antar staf, kurangnya kontrol supervisor, & manajemen waktu tidak baik
 3. Dari pihak konsultan, kurangnya koordinasi dengan kontraktor, kontrol yang kurang baik & tidak melakukan pengawasan.

2. Dari hasil analisa *Critical Path Method* (CPM) menggunakan aplikasi *Microsoft Project* dapat ditentukan untuk hasil percepatan penyelesaian proyek pembangunan Office Headquarter Surabaya adalah sebagai berikut :

- a. Jadwal percepatan pekerjaan pekerjaan membutuhkan waktu penyelesaian selama 74 hari dengan *Time Schedule* yang sudah dibuat dan dianalisa.
- b. Perubahan biaya yang terjadi akibat percepatan waktu hanya terjadi pada upah sumber daya manusia.
- c. Pemberlakuan waktu jam kerja lembur 4 jam berlaku untuk pekerjaan yang berada pada jalur kritis, sehingga jam kerja normal 18 jam ditambah 4 jam menjadi 12 jam kerja.

REFERENSI

- Abrar Husen, MT, 2009,2011 “Manajemen Proyek”, Edisi II Andi – Jakarta.
- Amalia, Ridhati. *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, No. 1 (Sept. 2012) ISSN : 2301-9271 Analisa keterlambatan proyek pembangunan Sidoarjo Town Square menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA)*. Surabaya : Institut Teknologi Surabaya.
- Andinda Febby Mustika (2014) Judul tulisan “ *Analisa keterlambatan proyek menggunakan Metode fault tree Analysis (FTA)*”.
- Anonim. “ *Realibility of Machine Component*”, http://www.engineering_toolbox.com/reliability-d953.html (Diakses 23 Januari 2020)
- Clemens. P.L “*Fault Tree Analysis, Fourt edition*”. Jacobs Sverdrup. George Washington University (2002)
- Fafedi Eting, Ferdinandus. *JURNAL TEKNIK UNTAG VOL.1 ,No.35 (2018) ISSN : 1701-8101Menghitung Biaya Dan Waktu Dengan Metode Critical Path Method Pada Proyek Pembangunan Double Decker Mapolda Jawa Tengah*. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Gasperz, Vincent 2001, “*Total Quality Management*”, Jakarta, PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Jervis, B.M & Levinn,P., 1988, *Construction Law*, McGraw-Hill, Inc.
- Kurniawan , Reza Tugas Akhir –MO 141326 (2015) *Studi keterlambatan proyek pembangunan kapal kargo denan metode Bow Tie Analysis*.Surabaya : Institut Teknoologi Sepuluh Noopember, Surabaya ,Indonesia
- Levin R.I. Dan Krikpatrick, C.A. 1972 *Perencanaan Dan Pengendalian Dengan CPM* Penerbit Balai Aksa.
- Levis and Atherley, 199, *Delay Construction*. Langford : Cahner Books Internasional.
- Maryuliana.*JURNAL TRANSISTOR ELEKTRO DAN INFORMATIKA Vol.1, No.2, Oktober 2016, pp. 1-12 Sistem Informasi Angket Pengukuran Skla Kebutuhan Materi Pembelajaran Tambahan Sebagai Pendukung Pengambilan Keputusan Di Sekolah Menengah Atas Menggunakan Skala Likert*. Semarang : Universitas i Islam Sultan Agung.
- Priyanta , Dwi . 2000. *Keandalan Dan Perawatan*. Surabaya : Institut Teknologi Surabaya.
- Santoso, B. 1997 . *Manajemen Proyek* .Jakarta : Guna Widya.
- Servanio ,Da Costa. *JURNAL TEKNIK UNTAG VOL.1 ,No.22 (2019) ISSN : 1701-9601 Analisis Penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan gedung kandang hewan Falkultas Kedokteran Unair C Surabaya menggunakan metode Fault Tree Analysis (FTA)*. Surabaya : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Soeharto I. 1990 *Manajemen Proyek Industri*, Penerbit Erlangga.
- Soeharto I. 1995 *Manajemen Proyek Dari Konsep Tional Sama Operasional Edisi Pertama*, Penerbit Erlangga.
- Yundra Saputra, Ramadhan Tesis – PM147501(2012) “*Analisa Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pembangunan Mall ABC* “. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya , Indonesia.
- Yunianto , Ari dan Baihaqi, Imam. *Prosiding Seminar Nasional Manajemn Teknologi XXV Program Studi MMT-ITS , Surabaya ,30 Juli 2016 Analisis faktor penyebab keterlambatan proyek berskala kecil di PT.HBL . Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya , Indonesia.*